

Software para la Automatización de Procesos de Programas de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo conforme a la Norma Técnica de Seguridad 009

Leonardo Achá Boiano

Universidad Católica Boliviana "San Pablo"

13 de junio de 2024



Antecedentes I

Morant et al. (2011) concluye que la mayoría de las leyes y regulaciones existentes en materia de seguridad y salud en el trabajo no se aplican debido a dos razones principales:

- Obstáculos externos (como condiciones materiales, culturales y de acceso).
- Las entidades encargadas no disponen de las estructuras y recursos necesarios para supervisar su cumplimiento y sancionar las infracciones.

Mediante la Resolución Ministerial N° 1411/18, el 27 de diciembre de 2018, el Ministerio de Trabajo aprueba la Norma Técnica de Seguridad NTS-009/18.

Antecedentes II

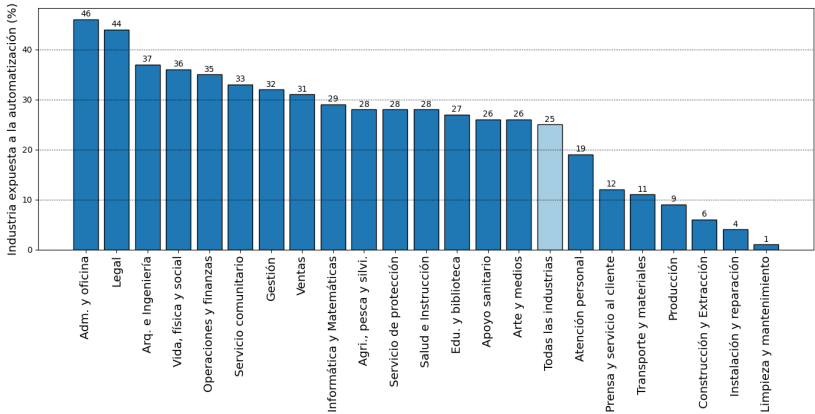


Figura 1: Porcentaje de la industria expuesta a la automatización por parte de la Inteligencia Artificial en Estados Unidos. Fuente: Goldman Sachs Global Investment Research (2023).

Antecedentes III

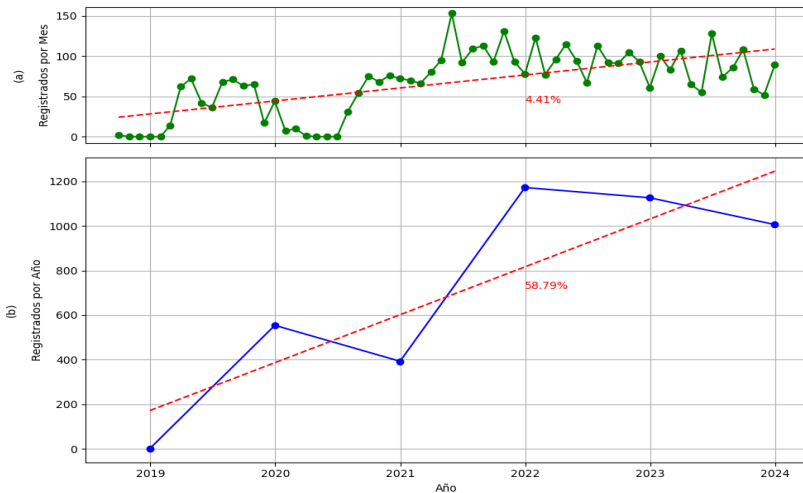
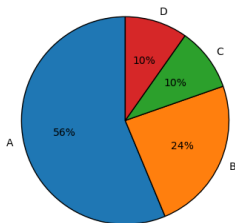
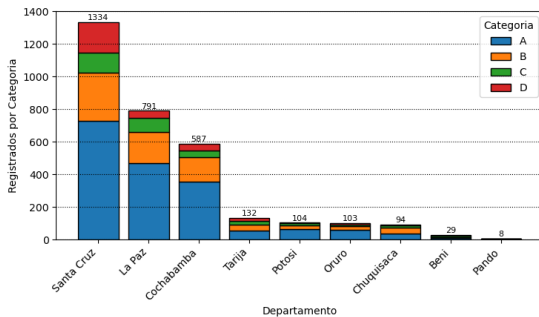


Figura 2: Registro de profesionales SySO:(a) Mensual (b) Anual.

Antecedentes IV



(a)



(b)

Figura 3: Profesionales SST activos:
Distribución de categorías (a) porcentual (b) por departamento.

Definición del Problema

¿Cómo impacta la falta de recursos humanos especializados en el cumplimiento de la NTS 009/23 por parte de las empresas en Bolivia?

Objetivos I

Objetivo general

Implementar un sistema automatizado basado en la NTS 009/23 que facilite la identificación de riesgos laborales, el desarrollo y la gestión eficaz de los PGSST.

Objetivos específicos

- Contextualizar la situación actual de los procesos para desarrollar los documentos requeridos por la NTS-009/23 mediante diagramas de flujo que reflejen las operaciones actuales.
- Determinar la arquitectura del sistema, incluyendo la estructura general, los componentes principales y las tecnologías a utilizar, para asegurar la escalabilidad, la modularidad y la eficiencia del sistema.

Objetivos II

- Desarrollar las iteraciones del proyecto, estableciendo los objetivos específicos a alcanzar durante la fase de diseño, implementación y pruebas del sistema en cada iteración.
- Implementar el sistema utilizando la metodología de Desarrollo Guiado por Pruebas (TDD).
- Verificar la calidad del software tras cada iteración como parte del proceso de pruebas del sistema haciendo uso de la metodología Objetivo-Pregunta-Métrica (GQM) para asegurar la calidad en base al estándar ISO 25000:2014.

Justificación

Justificación legal

La implementación del sistema se fundamenta en la NTS-009/23 y la Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar.

Justificación tecnológica

La automatización y la IA ofrecen una oportunidad para mejorar la gestión de la seguridad y salud ocupacional.

Justificación social

Mejorar las condiciones de trabajo beneficia a los trabajadores y a la sociedad en general.

Delimitación I

Límites

- Los documentos del software se ajustan a los requisitos técnicos de NTS-009/23.
- Contenido del software conforme a ISO 45001:2018 para seguridad y salud laboral.
- ISO 25000:2014 guía la evaluación del producto de software.
- La aplicación requiere conexión a internet para su uso.
- El software no contará con herramientas especializadas en la automatización de los estudios de higiene. Se limitará a plantillas para rellenar y automatizar el análisis de los datos recolectados por profesional habilitado.

Delimitación II

Alcances

- Prototipo funcional de aplicación web que permita agilizar el proceso de desarrollo un de PGSST mediante generación automática de tres de los trece documentos solicitados por la NTS 009/23 de acuerdo a los requisitos recolectados de entrevistas a profesionales en el area.
- Entrevistas realizadas a los usuarios objetivo del producto.
- Documentación de la investigación de las tecnologías que se utilizarán para el desarrollo del software final.
- Documentación del desarrollo del software, en el cual se incluirá los detalles de la automatización del desarrollo de un PGSST y un manual de usuario.

Conceptos Fundamentales

Conceptos Fundamentales

- Seguridad Ocupacional
- Salud Ocupacional
- Higiene Ocupacional
- Enfermedad Ocupacional
- Sistema de Gestión de Riesgos Ocupacionales

Condiciones de Trabajo

- Iluminación
- Estrés Térmico
- Sonometría
- Ventilación
- Señalización
- Ergonomía
- Equipo de Protección Personal (EPP)
- Comité Mixto
- Inspección de Salud y Seguridad en el trabajo

PGSST:Actividades

1. Identificación de riesgos y evaluación de riesgos mediante la Matriz IPER.

2. Estudios de Higiene.

3. Descripción de la situación Actual e implementación de propuestas con respecto a:

- Orden y limpieza
- Infraestructura
- Instalaciones eléctricas
- Servicios higiénicos
- Vestuario y casilleros
- Equipos eléctricos
- Maquinaria, equipos y herramientas
- Almacenamiento, manipulación y transporte de sustancias peligrosas
- Gestión de residuos y señalización
- Ergonomía

4. Planificación de Capacitaciones Generales y Específicas con respecto a la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER).

5. Organización y Conformación del Comité Mixto de Higiene y Salud Ocupacional.

6. Elaboración del Plan de Emergencia:

- Procedimiento de Evacuación
- Procedimiento de Intervención
- Manual de Primeros Auxilios

7. Evaluación de Técnico Social.

PGSST: Organización Documental

- 1 Política de seguridad
- 2 Descripción de los procesos
- 3 Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos
- 4 Estudios Monitoreos de Higiene
- 5 Actividades de alto riesgo
- 6 Descripción de las condiciones actuales
- 7 Investigación de Accidentes
- 8 Dotación de Ropa de Trabajo
- 9 Inducción, Capacitación, concientización y comunicación
- 10 Comité Mixto
- 11 Inspección Internas en SST
- 12 Plan de emergencia
- 13 Medicina de Trabajo

Legislación Aplicable a la SySO I

- Normativa obligatoria
 - Constitución Política del Estado
 - Ley General del Trabajo
 - Reglamento de la Ley General de Trabajo
 - Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar
 - Disposiciones Complementarias
 - Resolución Ministerial N° 992/23
 - Resolución Ministerial N° 437/22
 - Resolución Ministerial N° 849/14
 - Resolución Ministerial N° 527/09

Legislación Aplicable a la SySO II

- Normativa voluntaria
 - NB/ISO 62005:2005 - Calidad de Aire
 - NB/ISO 55001:2005 - Señalización
 - NB/ISO 51002:2012 - Iluminación
 - NB/ISO 7243:2018 - Estrés térmico
 - NB/ISO 45001:2018 - Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo
 - NB/ISO 51001:2022 - Ventilación general de los lugares de trabajo
 - NB/ISO 58005:2022 - Prevención y protección contra incendios
 - NB/ISO 11226:2022 - Evaluación de posturas de trabajo estáticas

Metodología de Desarrollo de Software

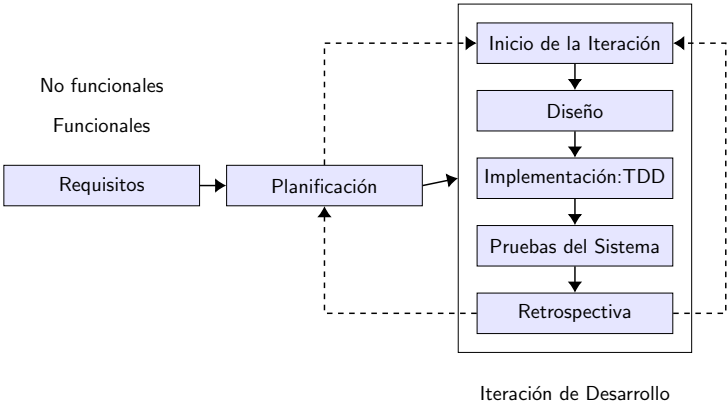


Figura 4: Proceso de desarrollo bajo la metodología PXP.

Elaboración propia a partir de “*Personal Extreme Programming—An Agile Process for Autonomous Developers*” (2009).

Análisis y Evaluación de Software

Tabla 1: Métodos y fases de evaluación de planificadas.

¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?: Fase
ISO 2500n	Define términos	Planificación y eval.
ISO 2501n	Define modelo de eval	Planificación
ISO 2502n	Métricas de calidad	Desarrollo y eval. final
ISO 2503n	Especifica req. de calidad	Planificación
ISO 2504n	Guías para evaluar la calidad	Eval. final
GQM	Define objetivos, preguntas y métricas	Planificación y eval. final
P. Unitarias	Pruebas modulares	Cada iteración de desarrollo
P. de Integración	Verificar integración	Al finalizar cada iteración
P. de Regresión	Evitar que nuevas modificaciones afecten el código	Después de cada iteración
P. de Sistema	Eval. completa del sistema	Al finalizar las iteraciones
P. de Desempeño	Med. eficiencia y rendimiento	Cierre y eval. final
P. de Carga	Eval. desempeño bajo cargas esperada	Cierre y eval. final
P.s de Estrés	Determinar lím. del sistema	Cierre y eval. final
P. con Usuarios	Pruebas en campo	Cierre y eval. final

Analisis de Competidores I

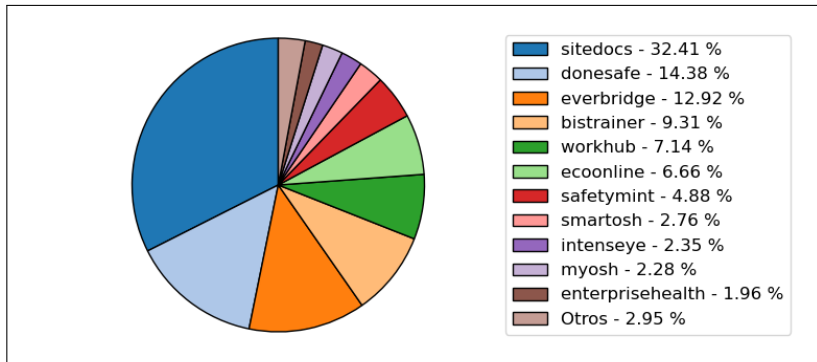


Figura 5: Participación de Mercado de los Principales Competidores
Elaboración propia a partir de datos obtenidos por medio de "SEMrush ME".

Analisis de Competidores II

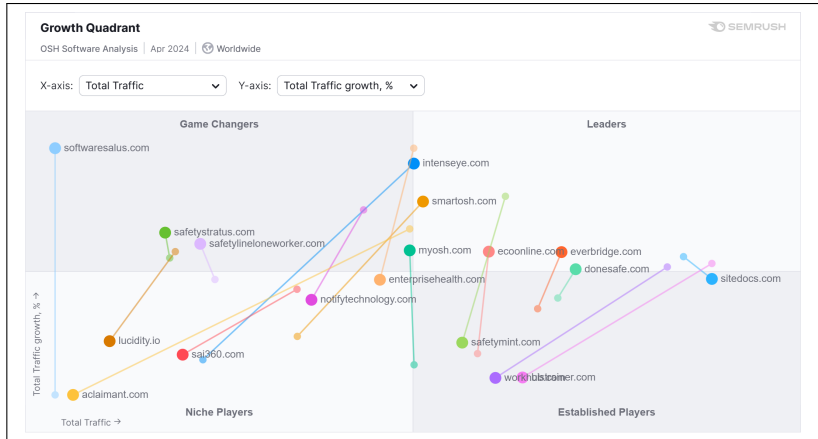


Figura 6: Matriz de Competidores: OSH Software
Fuente: Elaborado por "SEMrush ME".

Analisis de Costos

Tabla 2: Inversión Total Inicial MVP

Concepto	Costo (Bs)
Costo de Desarrollo	52,560.00
Costos de Infraestructura	2,224.06
Gastos Legales	4,997.00
Total	59,781.06

Tabla 3: Proyección financiera del proyecto completo bajo el modelo SaaS

Año	Usuarios Mensuales	Gastos Anuales (Bs)	Ingresos Anuales (Bs)	Balance Anual (Bs)	C/B
0	0	276,755.53	00.00	-276,755.53	0.00
1	330	98,688.72	277,200.00	178,511.28	2.81
2	525	98,688.72	441,000.00	342,311.28	4.47
3	834	98,688.72	700,560.00	601,871.28	7.10
4	1325	98,688.72	1,113,000.00	1,014,311.28	11.28
5	2104	98,688.72	1,767,360.00	1,668,671.28	17.91

Cronograma del Proyecto

Tabla 4: Cronograma del proyecto.

Etap	Tareas	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Días
Def. Requisitos		01/02/2024	10/05/2024	99
	Entrega Marco Referencial	15/03/2024		1
	Entrega de avance	03/05/2024		1
	Defensa	10/05/2024		1
Planificación		15/03/2024	30/06/2024	107
	Entrega de avance	24/05/2024		1
	Entrega de perfil	07/06/2024		1
	Defensa	14/06/2024		1
	Análisis de Procesos	17/06/2024	23/06/2024	6
	Diseño de Arq.	24/06/2024	30/06/2024	6
Desarrollo		01/07/2024	01/09/2024	62
	Iteración 1	01/07/2024	21/07/2024	20
	Iteración 2	22/07/2024	11/08/2024	20
	Iteración 3	12/08/2024	01/09/2024	20
Cierre		02/09/2024	29/09/2024	27
	Preparación de Documentación	02/09/2024	08/09/2024	6
	Capacitación de Usuarios	09/09/2024	15/09/2024	6
	Monitoreo Inicial y Ajustes	16/09/2024	22/09/2024	6
	Pruebas con Usuarios	23/09/2024	29/09/2024	6